



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/2020

Nº de proyecto 292

Desarrollo de un entrenador digital portátil de bajo coste para introducir a los estudiantes en el mundo y conocimiento de la electrónica digital, que facilite e incentive el aprendizaje autónomo del alumno

Responsable: Carlos González Calvo

Facultad de Ciencias Físicas

Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática

Índice

	Página
1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto.....	1
2. Objetivos alcanzados.....	1
3. Metodología empleada en el proyecto.....	2
4. Recursos humanos.....	4
5. Desarrollo de las actividades.....	5

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En la Facultad de Informática se imparte, en primer curso, la asignatura de Fundamentos de Computadores, común a todos los Grados que se imparten en dicha Facultad y que cuenta con más de 500 estudiantes. Durante el primer cuatrimestre, hay una parte práctica consistente en el diseño digital, para lo que se utilizan entrenadores digitales fijos, de alto coste, disponibles en los laboratorios. Esto conlleva a que los estudiantes únicamente pueden desarrollar sus prácticas en dichos laboratorios, la mayor parte del tiempo ocupados por otros grupos o prácticas de otras asignaturas. Además, las primeras semanas de curso los laboratorios se encuentran cerrados por mantenimiento y por lo tanto, los estudiantes acuden a la primera práctica sin haber podido comprender ni el entorno de trabajo ni el funcionamiento de los diferentes chips digitales. Por lo tanto, el objetivo global es el desarrollo de un entrenador digital portátil, de bajo coste, que se entregue individualmente a los estudiantes para que realicen sus prácticas de Fundamentos de Computadores en lugar de en los entrenadores del laboratorio.

En particular, los objetivos concretos de este proyecto son los siguientes:

1. Desarrollo de un entrenador digital portátil, de bajo coste, que contenga al menos los siguientes componentes: leds 7-segmentos (2 unidades), barra de leds (1 unidad), pulsadores (2 unidades), switches (o barra de switches) (10 unidades), oscilador de 1Hz (1 unidad), porta pila de 5 V (1 unidad).
2. Desarrollo de videos explicativos del principio de funcionamiento de los componentes (placa de prototipado y componentes del entrenador).
3. Desarrollo de prácticas básicas que permitan al alumno asimilar el funcionamiento de los componentes anteriormente descritos.
4. Conseguir que el alumno sea capaz de desarrollar un circuito digital completo a partir de los conocimientos adquiridos durante las prácticas.
5. Favorecer la iniciativa del alumno para que éste aporte su creatividad desarrollando nuevos diseños digitales.

2. Objetivos alcanzados

Podemos decir que se han cumplido todos los objetivos propuestos en el proyecto. A continuación pasamos a detallar los hitos conseguidos:

-
- Desarrollo de 40 entrenadores digitales portátiles, de bajo coste, que contienen los siguientes componentes: 2 displays 7-segmentos con sus correspondientes conversores de código BCD a 7-segmentos, una barra de leds con 10 elementos, 2 pulsadores con eliminación de rebotes en la señal de salida, una barra de switches con 10 elementos, 1 oscilador de onda cuadrada de 1Hz (para generar una señal de reloj de 1 segundo de periodo), 1 módulo de alimentación a 5 voltios.
 - Grabación de 7 videos explicativos:
 - Introducción al proyecto de Innovación-Docencia.
 - Comparativa entre el entrenador fijo y portátil.
 - Funcionamiento de los LEDs en el entrenador portátil.
 - Funcionamiento de los switches en el entrenador portátil.
 - Funcionamiento de los pulsadores en el entrenador portátil.
 - Funcionamiento de los displays 7-segmentos en el entrenador portátil.
 - Funcionamiento del oscilador en el entrenador portátil.
 - Propuesta de 5 prácticas sobre:
 - Montaje de un circuito combinacional usando puertas lógicas.
 - Diseño y montaje de un sumador de 2 bits.
 - Diseño y montaje de un reconocedor de patrón.
 - Diseño y montaje de un registro multifunción.
 - Diseño y montaje de un circuito emulador de un ascensor.
 - Creación de un seminario de trabajo en el Campus Virtual dónde se incluyen los videos explicativos referentes a los diferentes módulos que componen el Campus Virtual y las prácticas propuestas.
 -

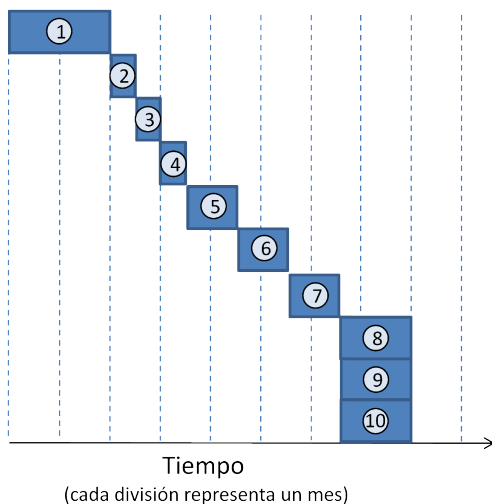
3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología que se siguió durante el desarrollo de este Proyecto Innovación-Docencia tuvo los siguientes pasos:

1. Estudio y compra de los componentes que se utilizarán en la fabricación: placa de prototipado, leds 7-segmentos, barra de leds, pulsadores, switches (o barra de switches), oscilador de 1Hz, porta pila de 5 V, placas de circuito impreso y caja para guardarlo.
2. Diseño de un prototipo de entrenador digital.
3. Fabricación del prototipo de entrenador digital.

-
4. Verificación del prototipo de entrenador digital.
 5. Diseño final del entrenador digital.
 6. Fabricación de al menos 40 entrenadores digitales.
 7. Verificación de todos los entrenadores digitales.
 8. Elaboración de videos explicativos de los componentes.
 9. Preparación de proyectos básicos que abran las puertas a la creatividad de los alumnos.
 10. Preparación de las prácticas para la utilización de todos los componentes.

3.1. Plan de trabajo y cronograma



1. Estudio y compra de los componentes que se utilizarán en la fabricación: placa de prototipado, leds 7-segmentos, barra de leds, pulsadores, switches (o barra de switches), oscilador de 1Hz, porta pila de 5 V, placas de circuito impreso y caja para guardarlo.
2. Diseño de un prototipo de entrenador digital.
3. Fabricación de un prototipo de entrenador digital.
4. Verificación del prototipo.
5. Diseño final del entrenador digital.
6. Fabricación de al menos 40 entrenadores digitales.
7. Verificación de todos los entrenadores digitales.
8. Elaboración de videos explicativos de los componentes.
9. Preparación de proyectos básicos que abran las puertas a la creatividad de los alumnos.
10. Preparación de las prácticas para la utilización de todos los componentes.

3.2. Reparto de tareas y responsables

1. Estudio y compra de los componentes que se utilizarán en la fabricación:
 - a. placa de prototipado (P1)
 - b. leds 7-segmentos (P2)
 - c. barra de leds (P2)
 - d. pulsadores (P3)
 - e. switches (o barra de switches) (P3)
 - f. oscilador de 1Hz (P4)
 - g. porta pila de 5 V (P4)
 - h. placas de circuito impreso (P5)
 - i. caja para guardarlo (P5)
 2. Diseño de un prototipo de entrenador digital (P1, P2 y P5)
-

-
3. Fabricación de un prototipo de entrenador digital (P3 y P4)
 4. Verificación del prototipo (P1, P2 y P5)
 5. Diseño final del entrenador digital (Todos)
 6. Fabricación de al menos 40 entrenadores digitales (Todos)
 7. Verificación de todos los entrenadores digitales (Todos, cada placa será verificada por un miembro diferente al que la fabricó)
 8. Elaboración de manuales (o videos explicativos) de los componentes (P1 y P2)
 9. Preparación de proyectos básicos que abran las puertas a la creatividad de los alumnos (P3)
 10. Preparación de las prácticas para la utilización de todos los componentes. (P4 y P5)

(P1) Carlos González Calvo

(P2) Sergio Bernabé García

(P3) Daniel Mozos Muñoz

(P4) Hortensia Mecha López

(P5) José Manuel Mendías Cuadros

4. Recursos humanos

En cuanto a los recursos humanos, todos los miembros son expertos diseñadores de sistemas electrónicos analógicos y digitales. En particular:

- Carlos González es un profesor cuya tesis doctoral ha estado muy relacionada con el diseño digital. Ha impartido las asignaturas relacionadas: Laboratorio de Tecnología de Computadores (LTC), Laboratorio de Estructura de Computadores (LEC) y Ampliación de Estructura de Computadores (AEC), de la titulación "Ingeniero en Informática", así como las asignaturas: Tecnología y Organización de Computadores (TOC), Fundamentos de Computadores (FC) y Diseño de Sistemas Empotrados (DSE) del nuevo Grado en Ingeniería de Computadores.
- Sergio Bernabé es un profesor que ha impartido asignaturas relacionadas con el manejo de sistemas electrónicos analógicos y digitales: Fundamentos de Computadores (FC) y Tecnología y Organización de Computadores (TOC).

Además de ser ayudante en el Laboratorio de Sistemas Empotrados distribuidos (SED), del Máster Ingeniería Informática.

- Daniel Mozos se encargó de la puesta en marcha de las asignaturas Laboratorio de Fundamentos de Computadores y Laboratorio de Tecnología de Computadores en el momento de su creación en la Facultad de Informática. En la actualidad imparte las asignaturas Fundamentos de Computadores y Estructura de Computadores.
- Hortensia Mecha ha sido la profesora coordinadora de la asignatura Laboratorio de Tecnología de Computadores (LTC), donde se utilizaba como base para las prácticas el diseño digital. En esta asignatura se desarrollaron un conjunto de prácticas de diseño sobre hardware reconfigurable. También fue la profesora de las asignaturas Diseño de Circuitos Integrados I y Diseño de Circuitos Integrados II de la Ingeniería en Informática. En la actualidad es la profesora de la asignatura de Diseño de Sistemas Empotrados (DSE).
- José Manuel Mendías ha sido profesor de las asignaturas Programación de Sistemas y Dispositivos, y Diseño Automático de Sistemas, ambas impartidas en el Grado en Ingeniería Informática. Tiene amplia experiencia en la fabricación de placas de circuito impreso.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades se han desarrollado según el cronograma previsto. Tras el estudio y compra de los componentes que se utilizarían, se hizo el diseño y fabricación de un primer prototipo de entrenador digital portátil. A pesar de cumplir con la funcionalidad propuesta, nos dimos cuenta que al estar los componentes soldados directamente en las placas de circuito impreso, resultaría costoso reemplazar aquellos componentes defectuosos, por lo que se hizo un segundo prototipo utilizando zócalos y mejorando las interconexiones. Tras la fabricación del segundo prototipo se redistribuyeron los diferentes componentes para agrupar todos los que son de entrada en la placa inferior y los que son de salida en la placa superior, resultando en la versión desarrollada en este proyecto y que puede verse en la Figura 1. Además, la comparativa con el entrenador digital fijo de los laboratorios (ver Figura 2), deja clara la enorme diferencia de tamaño y peso.

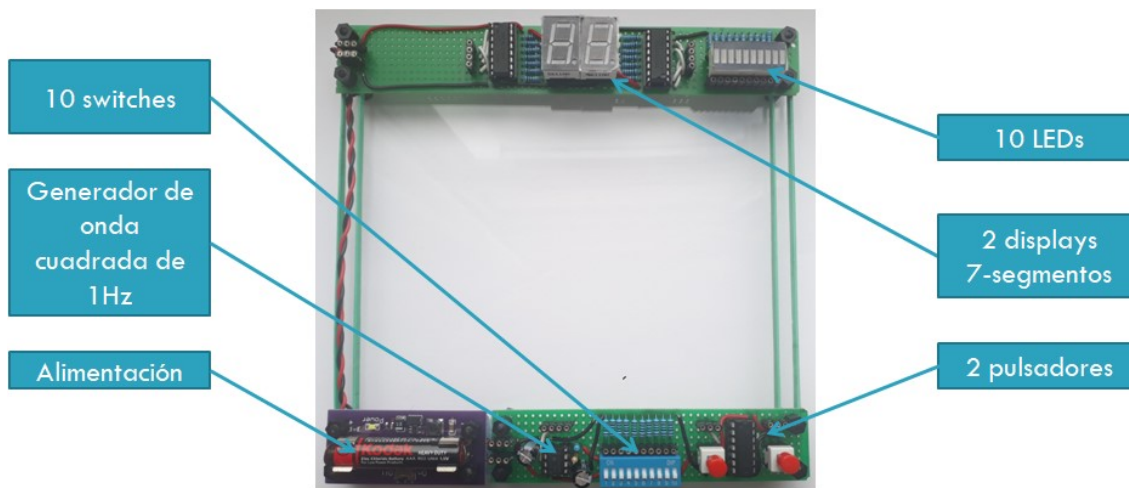


Figura 1. Entrenador digital portátil diseñado.



Figura 2. Comparativa entre el entrenador fijo de los laboratorios y el entrenador digital portátil diseñado.

Tras alcanzar el diseño definitivo se fabricaron y testearon 40 entrenadores digitales portátiles.

Posteriormente, se realizó en paralelo la grabación de 7 videos explicativos del entrenador y de cada uno de sus módulos, y la propuesta de 5 prácticas que abarcasen gran parte de los contenidos teóricos sobre diseño digital. Finalmente se creó el seminario de trabajo en el Campus Virtual (ver Figura 3) en el que compartir tanto los videos explicativos como las prácticas propuestas (ver Figura 4).

Desarrollo de un entrenador digital portátil de bajo coste para introducir a los estudiantes en el mundo y conocimiento de la electrónica digital, que facilite e incentive el aprendizaje autónomo del alumno

Proyecto Innova-Docencia, convocatoria 2019-2020

Carlos González Calvo (carlosgo@ucm.es)
Sergio Bernabé García (sebernab@ucm.es)
Daniel Mozos Muñoz (mozos@ucm.es)
Hortensia Mecha López (horten@ucm.es)
José Manuel Méndiz Cuadros (mendi@ucm.es)

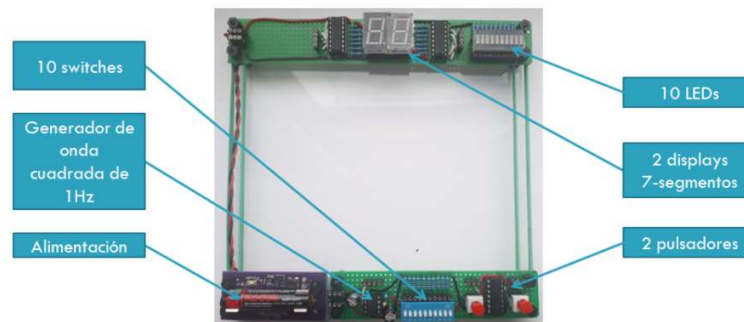


Figura 3. Seminario creado en el Campus Virtual.

Videos explicativos

- Introducción al proyecto de Innovación-Docencia
- Comparativa entre el entrenador fijo y portátil
- Funcionamiento de los LEDs en el entrenador portátil
- Funcionamiento de los switches en el entrenador portátil
- Funcionamiento de los pulsadores en el entrenador portátil
- Funcionamiento de los displays 7-segmentos en el entrenador portátil
- Funcionamiento del oscilador en el entrenador portátil

Prácticas

- Práctica 1: Montaje de un circuito combinacional usando puertas lógicas
 - Cuaderno de la práctica 1
- Práctica 2: Diseño y montaje de un sumador de 2 bits
 - Cuaderno de la práctica 2
- Práctica 3: Diseño y montaje de un reconocedor de patrón
 - Cuaderno de la práctica 3
- Práctica 4: Diseño y montaje de un registro multifunción
 - Cuaderno de la práctica 4
- Práctica 5: Diseño y montaje de un circuito emulador de un ascensor
 - Cuaderno de la práctica 5

Figura 4. Videos explicativos y prácticas en el Campus Virtual.